

DISPOSITIF POUR CORRIGER LES ERREURS D'INTERFERENCES

La présente invention concerne le domaine technique des capteurs magnétiques sans contact adaptés pour repérer la position d'un mobile évoluant selon un axe de déplacement, de préférence linéaire.

L'objet de l'invention trouve une application particulièrement avantageuse mais non exclusivement dans le domaine des véhicules automobiles en vue d'équiper différents organes à déplacement en particulier linéaire dont la position doit être connue et faisant partie, par exemple, d'une boîte de vitesses automatique, d'une suspension, d'un embrayage piloté, d'une direction assistée, d'un capteur de réglage d'assiette, etc.

Dans l'état de la technique, il existe de nombreux types de capteurs sans contact adaptés pour connaître la position linéaire d'un mobile se déplaçant en translation. Par exemple, le brevet US 4 810 965 décrit un capteur magnétique comportant un circuit magnétique fermé comportant une pièce polaire en forme de U pourvue, entre ses deux extrémités libres, d'un aimant créant une induction magnétique selon une direction perpendiculaire à la surface de la pièce polaire. Une cellule de mesure mobile est montée entre les branches de la pièce polaire pour mesurer la valeur de l'induction magnétique en relation de la surface de la pièce polaire. Une telle cellule mesure ainsi l'intensité de l'induction magnétique de fuite apparaissant entre les deux branches de la pièce polaire, l'intensité de cette induction magnétique de fuite variant à la surface de la pièce polaire selon l'axe de translation de la cellule de mesure. Un tel capteur comporte également des moyens de traitement du signal de sortie délivré par la cellule de mesure afin de déterminer la position linéaire du mobile le long de l'axe de translation.

Dans certaines applications, par exemple pour un embrayage piloté, il apparaît le besoin de connaître la position linéaire de mobiles se déplaçant à proximité l'un de l'autre. La position linéaire de chaque mobile peut alors être déterminée à l'aide d'un capteur magnétique de mesure tel que décrit ci-dessus.

La Déposante a eu le mérite de constater que la mesure effectuée par un capteur magnétique était perturbée par l'autre capteur magnétique. En d'autres termes, la Déposante a constaté des erreurs d'interférences pour une installation de

mesure comportant au moins deux capteurs magnétiques de mesure de la position de mobiles évoluant selon des trajectoires voisines de déplacement.

L'objet de l'invention vise donc à remédier aux erreurs d'interférences apparaissant pour une telle installation de mesure. A cet effet, l'objet de l'invention
5 vise à proposer un dispositif pour corriger les erreurs d'interférences pour une installation de mesure comportant :

- au moins deux capteurs magnétiques de mesure de la position de mobiles évoluant selon des trajectoires de déplacement voisines, chaque capteur magnétique de mesure délivrant un signal de mesure représentatif de la position du mobile dans
10 un circuit magnétique ouvert,
- et des moyens de traitement des signaux de mesure délivrés par les capteurs magnétiques de mesure.

Selon l'invention, les moyens de traitement comportent des moyens de correction des signaux magnétiques de mesure pour tenir compte des erreurs
15 d'interférences entre les capteurs magnétiques voisins en vue d'obtenir un signal de mesure corrigé pour chaque capteur magnétique de mesure.

Avantageusement, les moyens de correction corrigent le signal de mesure de chaque capteur magnétique de mesure en fonction de la valeur des signaux de mesure du capteur magnétique de mesure considéré et des autres capteurs magnétiques de
20 mesure.

Selon une caractéristique de l'invention, les moyens de traitement délivrent pour chaque capteur magnétique de mesure, un signal de mesure corrigé tel que :

$$S_{1c} = \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=0}^i \alpha_{ij} S_1^j S_2^{i-j} \right)$$

$$S_{2c} = \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=0}^i \alpha'_{ij} S_2^j S_1^{i-j} \right)$$

25 avec : α, α' : coefficients de correction et n : ordre de la correction.

Selon une variante de réalisation, les moyens de traitement délivrent pour chaque capteur magnétique de mesure, un signal de mesure corrigé tel que pour un ordre de correction de $n = 3$, les α, i, j et α' , sont tels que :

$$\alpha_{10} = a - c \quad , \quad \alpha_{11} = 1 + c$$

$$30 \quad \alpha'_{10} = a' - c' \quad , \quad \alpha'_{11} = 1 + c'$$

$$\begin{aligned}
\alpha_{20} = 0 = \alpha'_{20} \quad , \quad \alpha_{21} = \alpha'_{21} = 0 \quad , \quad \alpha_{22} = \alpha'_{22} = 0 \\
\alpha_{30} = -b \quad , \quad \alpha_{31} = 3b \quad , \quad \alpha_{32} = -3b \quad , \quad \alpha_{33} = b \\
\alpha'_{30} = -b' \quad , \quad \alpha'_{31} = 3b' \quad , \quad \alpha'_{32} = -3b' \quad , \quad \alpha'_{33} = b'
\end{aligned}$$

avec a, b, c, a', b', c' : coefficients de correction

5 de sorte que :

$$\begin{aligned}
S_{1c} &= (1 + c) S_1 + (a - c) S_2 + 3bS_1 S_2^2 - 3bS_1^2 S_2 + bS_1^3 - bS_2^3 \\
S_{2c} &= (1 + c') S_2 + (a' - c') S_1 + 3b'S_2 S_1^2 - 3b'S_2^2 S_1 + b'S_2^3 - b'S_1^3
\end{aligned}$$

ou soit :

$$S_{1c} = S_1 + aS_2 + b(S_1 - S_2)^3 + c(S_1 - S_2)$$

10 et

$$S_{2c} = S_2 + a'S_1 + b'(S_2 - S_1)^3 + c'(S_2 - S_1)$$

Selon une autre variante de réalisation, les moyens de traitement délivrent pour chaque capteur magnétique de mesure, un signal de mesure corrigé tel que pour un ordre de correction n = 1, les valeurs de α , α' , i, j sont tels que $\alpha_{10} = a$, $\alpha_{11} = 1$ et

15 $\alpha'_{10} = a'$, $\alpha'_{11} = 1$ de sorte que :

$$S_{1c} = S_1 + a S_2, \quad \text{et} \quad S_{2c} = S_2 + a' S_1$$

Avantageusement, chaque signal de mesure S_1 , S_2 est tel que

$$S_1 = \frac{S_a - S_b}{S_a + S_b}$$

$$S_2 = \frac{S_d - S_c}{S_d + S_c}$$

20 avec S_a , S_b , et S_c , S_d , un couple de signaux élémentaires de mesure délivrés par une paire de cellules de mesure montées dans le circuit magnétique ouvert.

Un autre objet de l'invention est de proposer une installation de mesure comportant :

- un premier capteur magnétique de mesure délivrant un premier signal de
25 mesure de la position d'un premier mobile évoluant selon une trajectoire de déplacement, la valeur du premier signal de mesure dépendant de la position dudit mobile dans un circuit magnétique ouvert,

- au moins un deuxième capteur magnétique de mesure délivrant un deuxième signal magnétique de mesure de la position d'un deuxième mobile évoluant selon
30 une trajectoire de déplacement voisine de la trajectoire de déplacement du premier

mobile, la valeur du deuxième signal de mesure dépendant de la position dudit mobile dans un circuit magnétique ouvert,

- et un dispositif de correction conforme à l'invention.

Un autre objet de l'invention est de proposer un capteur magnétique sans
5 contact adapté pour déterminer la position d'un mobile, en étant de conception simple, économique et pouvant fonctionner avec un large entrefer.

Ainsi, chaque capteur magnétique de mesure de l'installation conforme à l'invention, comporte des moyens de création d'un flux magnétique selon une direction perpendiculaire à la surface d'au moins une pièce polaire à partir de
10 laquelle apparaît un flux magnétique de fuite dont l'intensité varie à la surface de la pièce polaire selon l'axe de déplacement, ces moyens de création d'un flux magnétique étant montés déplaçables par le mobile en délimitant au moins un entrefer avec une pièce polaire faisant partie du circuit magnétique ouvert, chaque capteur magnétique de mesure comportant au moins une cellule de mesure montée de
15 manière fixe dans le circuit magnétique à proximité d'un point extrême de la trajectoire de déplacement de manière à mesurer le flux magnétique délivré par les moyens de création diminués d'un flux magnétique de fuite apparaissant à partir de la pièce polaire et variant selon la trajectoire de déplacement.

Par exemple, les moyens de création d'un flux magnétique des deux capteurs
20 de mesure sont montés à proximité selon des trajectoires de déplacement parallèles.

Selon une variante préférée de réalisation, le capteur magnétique comporte une deuxième cellule de mesure montée de manière fixe dans le circuit magnétique à proximité de l'autre point extrême de déplacement de manière à mesurer le flux magnétique délivré par les moyens de création diminué du flux magnétique de fuite.

25 Avantageusement, les moyens de création du flux magnétique sont montés déplaçables en translation.

Avantageusement, les moyens de création du flux magnétique sont constitués par un élément de forme annulaire ou de disque, aimanté radialement ou axialement dont l'axe est parallèle à l'axe de translation.

30 Selon une autre forme de réalisation, les moyens de création du flux magnétique sont constitués par une série d'au moins quatre aimants dont les directions d'aimantation sont décalées deux à deux de 90°.

Selon une autre forme de réalisation, les moyens de création du flux magnétique sont réalisés par au moins un aimant dont la direction d'aimantation est parallèle à l'axe de translation.

5 Selon certaines applications, le circuit magnétique ouvert comporte une deuxième pièce polaire disposée en regard de la première pièce polaire en délimitant avec cette dernière un entrefer.

Selon cette variante de réalisation la deuxième pièce polaire est pourvue des moyens de création du flux magnétique.

10 Par exemple, cette deuxième pièce polaire est formée par un élément tubulaire équipé de l'élément annulaire aimanté radialement.

Avantageusement, l'une ou l'autre des pièces polaires possède(nt) un profil plan adapté pour améliorer la linéarité du signal de sortie délivré par les cellules de mesure.

15 Diverses autres caractéristiques ressortent de la description faite ci-dessous en référence aux dessins annexés qui montrent, à titre d'exemples non limitatifs, des formes de réalisation de l'objet de l'invention.

La Figure 1 est une vue schématique d'une installation de mesure mettant en œuvre un dispositif de correction conforme à l'invention.

Les Figures 2 et 3 sont des graphiques illustrant un aspect de l'invention.

20 La Figure 4 est une vue schématique montrant le principe d'un capteur mis en œuvre dans le cadre de l'invention.

La Figure 5 est une vue schématique en perspective montrant une variante préférée de réalisation du capteur utilisé.

25 Les Figures 6 et 7 sont des vues en perspective montrant diverses formes de réalisation des moyens de création d'un flux magnétique.

Les Figures 8 et 9 illustrent deux variantes de réalisation de profil de pièces polaires pouvant être mises en œuvre par un capteur dans le cadre de l'invention.

Les Figures 10 et 11 sont des vues en perspective de deux variantes de réalisation du capteur dans le cadre de l'invention.

30 Tel que cela apparaît plus précisément à la Fig. 1, l'objet de l'invention concerne un dispositif pour corriger les erreurs d'interférences pour une installation de mesure A comportant au moins deux capteurs magnétiques 1₁, 1₂ adaptés pour mesurer chacun la position d'un mobile respectivement 2₁, 2₂ évoluant selon des

trajectoires de déplacement voisines. Chaque capteur magnétique 1_1 , 1_2 comporte un circuit magnétique ouvert 3_1 , 3_2 et délivre un signal de mesure représentatif de la position du mobile 2_1 , 2_2 dans ledit circuit magnétique ouvert. Cette installation de mesure A comporte également des moyens de traitement M des signaux de mesure S_1 , S_2 délivrés respectivement par les capteurs magnétiques 1_1 , 1_2 .

Conformément à l'invention, les moyens de traitement M comportent des moyens de correction des signaux magnétiques de mesure S_1 , S_2 pour tenir compte des erreurs d'interférences entre les capteurs magnétiques voisins 1_1 , 1_2 en vue d'obtenir un signal de mesure corrigé S_{1c} , S_{2c} pour chaque capteur magnétique de mesure. En effet, il a été constaté que la mesure réalisée par un capteur est perturbée par la présence de l'autre capteur et réciproquement. L'objet de l'invention vise donc à corriger les signaux magnétiques de mesure S_1 , S_2 pour tenir compte de l'interférence entre les capteurs.

Selon une caractéristique avantageuse de réalisation, les moyens de correction corrigent le signal de mesure S_1 , S_2 de chaque capteur magnétique de mesure en fonction de la valeur des signaux de mesure du capteur magnétique de mesure considéré et des autres capteurs magnétiques de mesure. En effet, il a été constaté que l'intensité de la perturbation créée par un capteur dépend de la valeur prise par ledit capteur et de la valeur prise par l'autre capteur. Ainsi, par exemple dans le cas de la mesure de la position linéaire de deux mobiles voisins, la mesure réalisée par le capteur 1_1 est perturbée par la présence du mobile 2_2 auquel est associé le capteur 1_2 . Cette perturbation dépend de la position du mobile 2_2 . Par ailleurs, pour une position donnée du mobile 2_2 , la perturbation dépend également de la position du mobile 2_1 . Inversement, la mesure réalisée par le capteur 1_2 est perturbée par la présence du mobile 2_1 auquel est associé le capteur 1_1 . Cette perturbation dépend de la position donnée du mobile 2_1 . Par ailleurs, pour une position donnée du mobile 2_1 , la perturbation dépend également de la position du mobile 2_2 .

Pour une installation de mesure A, il est possible de déterminer l'erreur sur le signal de mesure S_1 en fonction du signal de mesure S_2 . Le graphique de la Fig. 2 représente cette erreur Δ sur le signal de mesure S_1 en fonction du signal de mesure S_2 . Il ressort de ce graphique que l'erreur ΔS_1 est globalement une fonction linéaire du signal de mesure S_2 . Il est ainsi possible, en connaissant les signaux de mesure S_1 , S_2 de définir un signal de mesure corrigé pour le capteur 1_1 tel que $S_{1c} = S_1 + a S_2$.

De même, il est possible de définir un signal de mesure corrigé pour le capteur 1₂ tel que $S_{2c} = S_2 + a'S_1$, avec a, a' des coefficients de correction.

Il est à noter qu'un tel signal corrigé S_{1c}, S_{2c} reste entaché d'erreurs en raison de l'approximation linéaire de la correction apportée (correction d'ordre $n = 1$).

5 Le résidu d'erreur δ après cette correction d'ordre 1 est représenté à la Fig. 3, en fonction de la différence des signaux $S_1 - S_2$. Ce résidu d'erreur peut, par exemple, être approximé par un polynôme d'ordre 3 sur $(S_1 - S_2)$ dont les coefficients des exposants pairs sont nuls. Ainsi, il est possible, pour un ordre de correction d'ordre 3 ($n = 3$) de calculer un signal corrigé tel que :

$$10 \quad S_{1c} = (1 + c) S_1 + (a - c) S_2 + 3bS_1 S_2^2 - 3bS_1^2 S_2 + bS_1^3 - bS_2^3$$

et

$$S_{2c} = (1 + c') S_2 + (a' - c') S_1 + 3b'S_2 S_1^2 - 3b'S_2^2 S_1 + b'S_2^3 - b'S_1^3$$

ou soit :

$$S_{1c} = S_1 + aS_2 + b (S_1 - S_2)^3 + c (S_1 - S_2)$$

15 et

$$S_{2c} = S_2 + a'S_1 + b' (S_1 - S_2)^3 + c' (S_2 - S_1)$$

avec b, c, b', c' des coefficients de correction.

D'une manière générale, il peut être défini, pour chaque capteur de mesure, un signal de mesure corrigé tel que :

$$20 \quad \begin{aligned} S_{1c} &= \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=0}^i \alpha_{ij} S_1^j S_2^{i-j} \right) \\ S_{2c} &= \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=0}^i \alpha'_{ij} S_2^j S_1^{i-j} \right) \end{aligned}$$

avec : α, α' : coefficients de correction et n : ordre de la correction.

Pour un ordre de correction d'ordre 3 ($n = 3$), les α, i, j et α' sont tels que :

$$25 \quad \begin{aligned} \alpha_{10} &= a-c, & \alpha_{11} &= 1+c \\ \alpha'_{10} &= a'-c', & \alpha'_{11} &= 1+c' \\ \alpha_{20} &= 0 = \alpha'_{20}, & \alpha_{21} &= \alpha'_{21} = 0, & \alpha_{22} &= \alpha'_{22} = 0 \\ \alpha_{30} &= -b, & \alpha_{31} &= 3b, & \alpha_{32} &= -3b, & \alpha_{33} &= b \\ \alpha'_{30} &= -b', & \alpha'_{31} &= 3b', & \alpha'_{32} &= -3b', & \alpha'_{33} &= b' \end{aligned}$$

de sorte que :

$$30 \quad S_{1c} = (1 + c) S_1 + (a - c) S_2 + 3bS_1 S_2^2 - 3bS_1^2 S_2 + bS_1^3 - bS_2^3$$

$$S_{2c} = (1 + c') S_2 + (a' - c') S_1 + 3b'S_2 S_1^2 - 3b'S_2^2 S_1 + b'S_2^3 - b'S_1^3$$

ou soit :

$$S_{1c} = S_1 + aS_2 + b (S_1 - S_2)^3 + c (S_1 - S_2)$$

et

$$S_{2c} = S_2 + a'S_1 + b' (S_2 - S_1)^3 + c' (S_2 - S_1)$$

Pour un ordre 1 de correction, les valeurs de α , i , j et α' sont tels que :

$$\alpha_{10} = a \quad \alpha_{11} = 1 \quad \alpha'_{10} = a' \quad \alpha'_{11} = 1$$

Il ressort de la description qui précède que les moyens de traitement des signaux permettent de corriger les erreurs d'interférences pour une installation de mesure A comportant deux capteurs magnétiques de mesure de la position de mobiles 2_1 , 2_2 se déplaçant à proximité. Bien entendu, l'objet de l'invention peut être appliqué pour une installation de mesure A comportant plus de deux capteurs magnétiques de mesure.

Chaque capteur magnétique 1_1 , 1_2 peut être réalisé de toute manière connue pour mesurer la position d'un mobile évoluant selon une trajectoire donnée. La Fig. 4 illustre un exemple préféré de réalisation d'un capteur magnétique 1_1 adapté pour déterminer la position d'un mobile 2_1 au sens général se déplaçant selon un axe de déplacement T_1 qui dans l'exemple illustré est un axe de translation. Le mobile 2_1 est constitué par tout type d'organes ayant dans l'exemple illustré une course linéaire faisant partie, de préférence, mais non exclusivement, d'un dispositif équipant un véhicule automobile. Dans la suite de la description, le mobile 2_1 est considéré comme ayant une course linéaire mais il est clair que l'objet de l'invention peut s'appliquer pour un mobile 2_1 ayant une course de déplacement différente par exemple circulaire. D'une manière générale, le mobile 2_1 évolue selon l'axe de déplacement T_1 entre deux points extrêmes notés P_1 et P_2 dans l'exemple illustré à la Fig. 4.

Le capteur 1_1 comprend un circuit magnétique fixe 3_1 comportant des moyens 4_1 de création d'un flux magnétique qui, dans l'exemple illustré, est dirigé selon une direction f_1 perpendiculaire à l'axe de translation T_1 . Le circuit magnétique 3_1 comporte également au moins une première pièce polaire 5_1 présentant une surface 6_1 s'étendant sensiblement perpendiculairement à la direction f_1 du flux magnétique et parallèlement à l'axe de translation T_1 .

Les moyens 4_1 de création du flux magnétique sont montés déplaçables par le mobile 2_1 en délimitant avec la première pièce polaire 5_1 un entrefer 8_1 . De préférence, les moyens de création du flux magnétique 4_1 sont constitués par un aimant faisant partie ou rapporté de toute manière appropriée sur le mobile 2_1 dont la position est à déterminer selon l'axe de déplacement T_1 . L'aimant 4_1 délivre ainsi un flux magnétique orienté perpendiculairement à la surface 6_1 de la première pièce polaire 5_1 . Il est à noter qu'il peut être obtenu un flux magnétique orienté perpendiculairement à la surface 6_1 de la première pièce polaire 5_1 avec un aimant dont la direction d'aimantation est parallèle à l'axe de translation.

Il est à considérer que la pièce polaire 5_1 présente une longueur au moins égale à la course à mesurer du mobile 2_1 déterminée entre les points extrêmes P_1 et P_2 . Par ailleurs, comme cela ressortira de la description qui suit, la première pièce polaire 5_1 est réalisée dans un matériau adapté pour limiter l'effet d'hystérésis et selon des dimensions appropriées pour ne pas atteindre sa valeur de saturation magnétique.

Le capteur 1_1 comporte au moins une première cellule de mesure 11_1 montée dans le circuit magnétique 3_1 et apte à mesurer la valeur du flux magnétique en relation de la première pièce polaire 5_1 . Une telle cellule de mesure 11_1 comme par exemple une cellule à effet hall est apte à mesurer, à une position déterminée fixe, les variations de la valeur du flux magnétique circulant dans le circuit magnétique. Dans l'exemple illustré à la Fig. 4, la cellule de mesure 11_1 est montée à proximité d'un point extrême de déplacement P_2 . Plus précisément la cellule de mesure 11_1 est montée en dehors de la course du mobile 2_1 et à proximité d'un point extrême de déplacement.

Il doit être compris que la cellule 11_1 mesure le flux magnétique délivré par l'aimant 4_1 diminué du flux magnétique de fuite dont certaines lignes de champ F ont été représentées à la Fig. 4. La cellule 11_1 mesure ainsi le flux magnétique résiduel à une extrémité de déplacement, ce flux magnétique résiduel étant égal au flux total de l'aimant 4_1 diminué du flux magnétique de fuite direct entre le circuit magnétique 3_1 et l'aimant 4_1 . Dans la mesure où le flux de fuite dépend de façon monotone de la position relative entre l'aimant 4_1 et la cellule 11_1 , le signal de sortie délivré par la cellule 11_1 donne une information de la position de l'aimant 4_1 , et par suite du mobile 2_1 selon l'axe de translation T_1 . Bien entendu, la mesure est possible si le circuit magnétique et en particulier la pièce polaire 5_1 n'est pas saturée. Le signal de

sortie délivré par la cellule de mesure 11₁ est transmis à des moyens de traitement du signal, tels que décrits ci-avant, permettant de déterminer la position linéaire du mobile 2₁ le long de l'axe de déplacement T₁.

Selon une caractéristique préférée de réalisation, le capteur 1₁ comporte une
5 deuxième cellule de mesure 13₁ montée de manière fixe dans le circuit magnétique 3₁ à proximité de l'autre point extrême, à savoir P₁ dans l'exemple illustré à la Fig. 5. Comme expliqué ci-dessus, les cellules 11₁ et 13₁ sont placées en dehors de la course délimitée entre les points P₁ et P₂. Cette deuxième cellule de mesure 13₁ est apte également à mesurer le flux magnétique délivré par l'aimant 4₁ diminué du flux
10 magnétique de fuite. Il est à noter que dans les exemples illustrés, les cellules de mesure 11₁, 13₁ sont fixées sur la pièce polaire 5₁. Bien entendu, les cellules de mesure 11₁, 13₁ peuvent être placés à proximité des points extrêmes P₁ et P₂ sans être en contact direct avec la pièce polaire 5₁.

La réalisation d'un capteur magnétique 1₁ comportant deux cellules de mesure
15 11₁, 13₁ permet d'obtenir une structure différentielle de mesure en vue d'améliorer la linéarité du signal de sortie S_a, S_b des cellules de mesure.

Selon une caractéristique de réalisation, il peut être envisagé que les moyens de traitement calculent, pour déterminer la position du mobile 2₁, la différence entre les signaux de sortie S_a, S_b délivrés par la première 11₁ et la deuxième 13₁ cellules de
20 mesure, divisée par la somme des signaux de sortie délivrés par la première 11₁ et la deuxième 13₁ cellules de mesure. Soit $S_1 = (S_a - S_b) / (S_a + S_b)$ avec S_a, S_b les signaux élémentaires de mesure délivrés par la paire de cellules de mesure 11₁, 13₁. Un tel traitement permet d'obtenir un signal de sortie qui est peu sensible aux dérives des signaux délivrés par les cellules 11₁, 13₁ dues par exemple à des variations
25 d'entrefer ou de température.

Dans l'exemple illustré aux Fig. 4 et 5, les moyens de création d'un flux magnétique 4₁ sont réalisés par l'intermédiaire d'un aimant dont la direction d'aimantation est perpendiculaire à la surface 6₁ de la première pièce polaire 5₁. Dans le cas où le mobile 2₁ subit également une rotation selon l'axe T₁, il peut être
30 envisagé de réaliser, comme illustré à la Fig. 6, les moyens de création du flux magnétique 4₁ par l'intermédiaire d'un élément annulaire 14₁ ou en forme de disque aimanté radialement dont l'axe A₁ est parallèle à l'axe de déplacement T₁. Dans l'exemple illustré à la Fig. 7, Les moyens 4₁ de création du flux magnétique sont

constitués par une série d'au moins quatre aimants 15_1 dont les directions d'aimantation sont décalées deux à deux de 90° .

Selon une caractéristique avantageuse illustrée plus précisément aux Fig. 8 et 9, la pièce polaire 5_1 peut posséder un profil plan adapté pour améliorer la linéarité du signal de sortie délivré par les cellules de mesure 11_1 , 13_1 . Par exemple, la pièce polaire 5_1 peut présenter une surface symétrique constituée par deux troncs de cône montés tête bêche avec leurs plus grandes bases jointives (Fig. 8) ou avec leurs petites bases jointives (Fig. 9).

La Fig. 10 illustre une autre variante de réalisation du capteur mettant en œuvre une deuxième pièce polaire 18_1 identique ou non à la première pièce polaire 5_1 permettant de limiter les fuites magnétiques, c'est-à-dire permettant de canaliser le flux magnétique dans le circuit magnétique 3_1 . Dans l'exemple illustré à la Fig. 10, la deuxième pièce polaire 18_1 comporte une surface plane disposée en regard de la première pièce polaire 5_1 en délimitant avec cette dernière un entrefer 19_1 à l'une de son extrémité. L'autre extrémité de cette deuxième pièce polaire 18_1 est équipée de l'aimant 4_1 qui délimite également un entrefer réduit 8_1 avec la première pièce polaire 5_1 .

La Fig. 11 illustre une autre forme de réalisation de la deuxième pièce polaire 18_1 réalisée par un élément tubulaire sur lequel est monté l'élément annulaire aimanté radialement 14_1 tel qu'illustré à la Fig. 6. Cette deuxième pièce polaire 18_1 délimite également un entrefer 19_1 avec la première pièce polaire 5_1 .

Dans la description qui précède, seul le capteur 1_1 a été décrit précisément. Bien entendu, le deuxième capteur 1_2 qui peut être réalisé de la même manière que le capteur 1_1 ne sera pas décrit plus en détail dans la mesure où il comporte les mêmes éléments constitutifs avec un indice 2 en lieu et place de l'indice 1. Le deuxième capteur 1_2 délivre ainsi deux signaux élémentaires de mesure S_c , S_d .

L'invention n'est pas limitée aux exemples décrits et représentés car diverses modifications peuvent y être apportées sans sortir de son cadre.

REVENDICATIONS

1 - Dispositif pour corriger les erreurs d'interférences pour une installation de mesure (A) comportant :

• au moins deux capteurs magnétiques ($1_1, 1_2$) de mesure de la position de mobiles ($2_1, 2_2$) évoluant selon des trajectoires de déplacement voisines, chaque capteur magnétique de mesure (S_1, S_2) délivrant un signal de mesure représentatif de la position du mobile dans un circuit magnétique ouvert ($3_1, 3_2$),

• et des moyens de traitement (M) des signaux de mesure délivrés par les capteurs magnétiques de mesure, caractérisé en ce que les moyens de traitement (M) comportent des moyens de correction des signaux magnétiques de mesure pour tenir compte des erreurs d'interférences entre les capteurs magnétiques voisins ($1_1, 1_2$) en vue d'obtenir un signal de mesure corrigé (S_{1c}, S_{2c}) pour chaque capteur magnétique de mesure.

2 - Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens de correction corrigent le signal de mesure (S_1, S_2) de chaque capteur magnétique ($1_1, 1_2$) de mesure en fonction de la valeur des signaux de mesure du capteur magnétique de mesure considéré et des autres capteurs magnétiques de mesure.

3 - Dispositif selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les moyens de traitement (M) délivrent pour chaque capteur magnétique de mesure, un signal de mesure corrigé tel que :

$$S_{1c} = \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=0}^i \alpha_{ij} S_1^j S_2^{i-j} \right)$$

$$S_{2c} = \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=0}^i \alpha'_{ij} S_2^j S_1^{i-j} \right)$$

avec : α, α' : coefficients de correction

et n : ordre de la correction.

4 - Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que les moyens de traitement (M) délivrent pour chaque capteur magnétique de mesure ($1_1, 1_2$), un signal de mesure corrigé tel que pour un ordre de correction de $n = 3$, les α, i, j et α' , sont tels que :

$\alpha_{10} = a-c$, $\alpha_{11} = 1+c$

$$\begin{aligned}
\alpha'_{10} &= a' - c' & , & & \alpha'_{11} &= 1 + c' \\
\alpha_{20} &= 0 = \alpha'_{20} & , & & \alpha_{21} &= \alpha'_{21} = 0 & , & & \alpha_{22} &= \alpha'_{22} = 0 \\
\alpha_{30} &= -b & , & & \alpha_{31} &= 3b & , & & \alpha_{32} &= -3b & , & & \alpha_{33} &= b \\
\alpha'_{30} &= -b' & , & & \alpha'_{31} &= 3b' & , & & \alpha'_{32} &= -3b' & , & & \alpha'_{33} &= b'
\end{aligned}$$

5 avec a, b, c, a', b', c' : coefficients de correction de sorte que :

$$\begin{aligned}
S_{1c} &= (1 + c) S_1 + (a - c) S_2 + 3b S_1 S_2^2 - 3b S_1^2 S_2 + b S_1^3 - b S_2^3 \\
S_{2c} &= (1 + c') S_2 + (a' - c') S_1 + 3b' S_2 S_1^2 - 3b' S_2^2 S_1 + b' S_2^3 - b' S_1^3
\end{aligned}$$

ou soit :

$$10 \quad S_{1c} = S_1 + a S_2 + b (S_1 - S_2)^3 + c (S_1 - S_2)$$

et

$$S_{2c} = S_2 + a' S_1 + b' (S_2 - S_1)^3 + c' (S_2 - S_1)$$

5 - Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que les moyens de traitement (M) délivrent pour chaque capteur magnétique de mesure (1₁, 1₂), un signal de mesure corrigé tel que pour un ordre de correction n = 1, les valeurs de α, α', i, j sont tels que α₁₀ = a, α₁₁ = a' et α' ₁₀ = a', α' ₁₁ = 1 de sorte que :

$$S_{1c} = S_1 + a S_2, \text{ et } S_{2c} = S_2 + a' S_1$$

6 - Dispositif selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que chaque signal de mesure S₁, S₂ est tel que

$$\begin{aligned}
20 \quad S_1 &= \frac{S_a - S_b}{S_a + S_b} \\
S_2 &= \frac{S_d - S_c}{S_d + S_c}
\end{aligned}$$

avec S_a, S_b, et S_c, S_d, un couple de signaux élémentaires de mesure délivrés par une paire de cellules de mesure montées dans le circuit magnétique ouvert.

7 - Installation de mesure caractérisée en ce qu'elle comporte :

- 25 - un premier capteur magnétique de mesure (1₁) délivrant un premier signal de mesure (S₁) de la position d'un premier mobile (2₁) évoluant selon une trajectoire de déplacement (T₁), la valeur du premier signal de mesure (S₁) dépendant de la position dudit mobile dans un circuit magnétique ouvert (3₁),
- au moins un deuxième capteur magnétique de mesure (1₂) délivrant un
- 30 deuxième signal magnétique de mesure (S₂) de la position d'un deuxième mobile (2₂) évoluant selon une trajectoire de déplacement (T₂) voisine de la trajectoire de

déplacement (T_1) du premier mobile, la valeur du deuxième signal de mesure (S_2) dépendant de la position dudit mobile dans un circuit magnétique ouvert (3_2),

- et un dispositif de correction conforme à l'une des revendications 1 à 6.

8 - Installation de mesure selon la revendication 7, caractérisée en ce que chaque
5 capteur magnétique de mesure (1_1 , 1_2) comporte des moyens de création d'un flux magnétique (4_1 , 4_2) selon une direction perpendiculaire à la surface (5_1 , 5_2) d'au moins une pièce polaire à partir de laquelle apparaît un flux magnétique de fuite dont l'intensité varie à la surface de la pièce polaire selon l'axe de déplacement, ces
10 moyens de création d'un flux magnétique (4_1 , 4_2) étant montés déplaçables par le mobile en délimitant au moins un entrefer (8_1 , 8_2) avec une pièce polaire faisant partie du circuit magnétique ouvert, chaque capteur magnétique de mesure comportant au moins une cellule de mesure (11_1 , 11_2) montée de manière fixe dans le circuit magnétique à proximité d'un point extrême de la trajectoire de déplacement
15 de manière à mesurer le flux magnétique délivré par les moyens de création diminués d'un flux magnétique de fuite apparaissant à partir de la pièce polaire et variant selon la trajectoire de déplacement.

9 - Installation de mesure selon la revendication 7 ou 8, caractérisée en ce que les moyens de création d'un flux magnétique (4_1 , 4_2) des deux capteurs de mesure sont montés à proximité selon des trajectoires de déplacement parallèles.

20 10 - Installation de mesure selon la revendication 8, caractérisée en ce que chaque capteur magnétique de mesure (1_1 , 1_2) comporte une deuxième cellule de mesure (13_1 , 13_2) montée de manière fixe dans le circuit magnétique (3_1 , 3_2) à proximité de l'autre point extrême de déplacement de manière à mesurer le flux magnétique délivré par les moyens de création (4_1 , 4_2) diminué du flux magnétique de fuite.

25 11 - Installation de mesure selon la revendication 8, caractérisée en ce que les moyens de création d'un flux magnétique (4_1 , 4_2) sont montés déplaçables en translation.

12 - Installation de mesure selon la revendication 11, caractérisée en ce que les
30 moyens de création d'un flux magnétique (4_1 , 4_2) sont constitués par un élément de forme annulaire ou de disque (14_1 , 14_2) aimanté radialement ou axialement dont l'axe est parallèle à l'axe de déplacement en translation.

13 - Installation de mesure selon la revendication 11, caractérisée en ce que les moyens de création d'un flux magnétique sont constitués par une série d'au moins

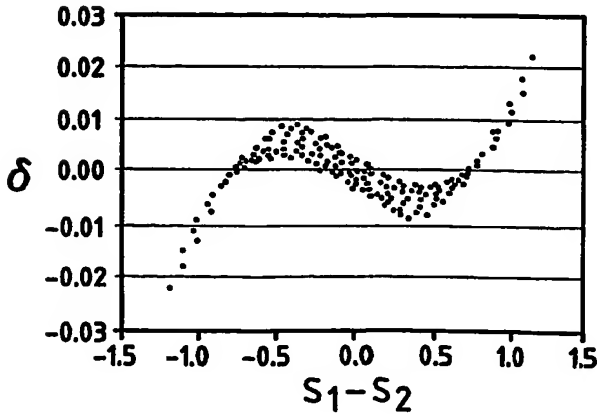
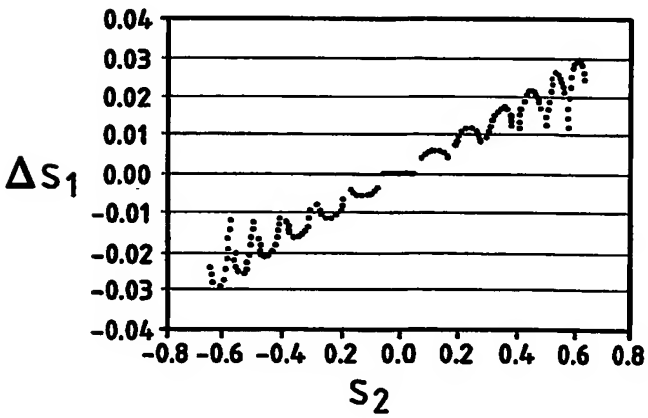
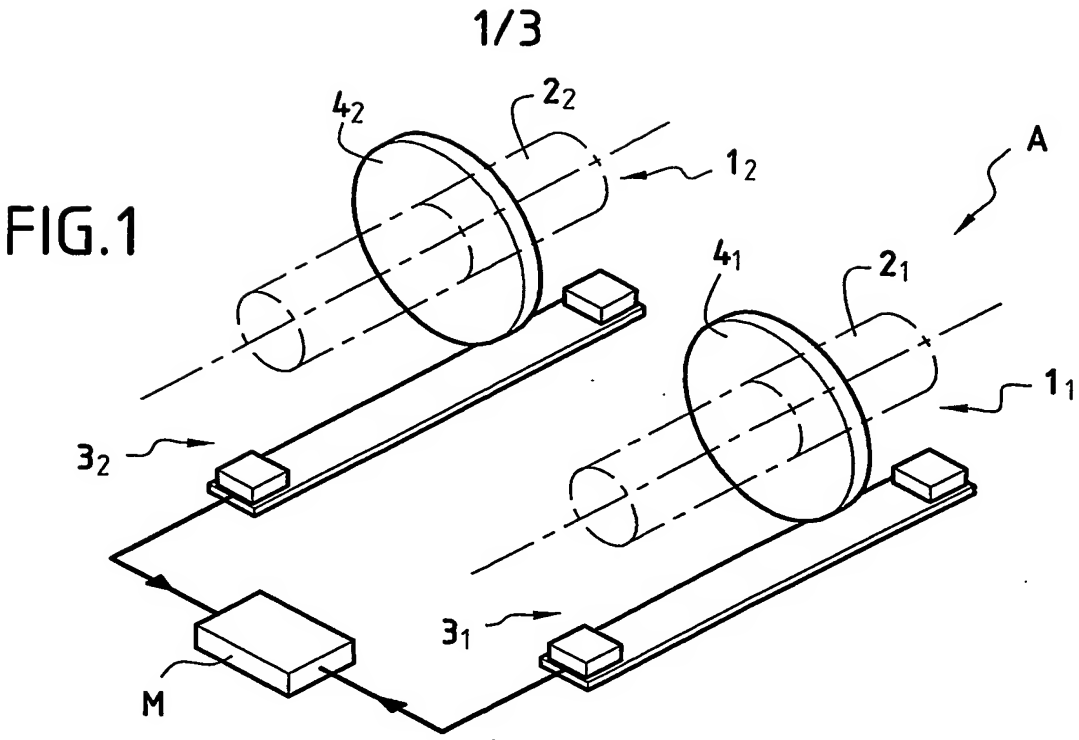
quatre aimants (15₁, 15₂) dont les directions d'aimantation sont décalées deux à deux de 90°.

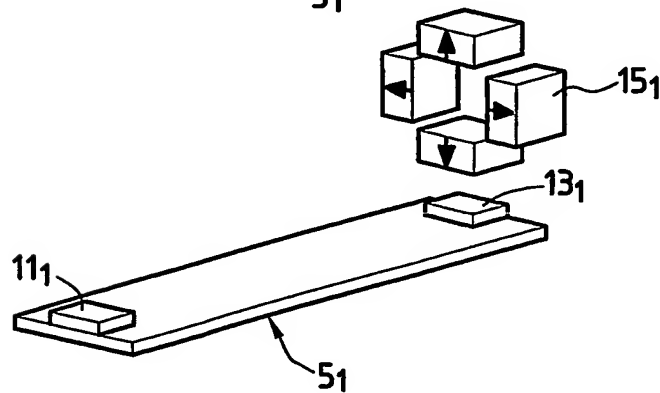
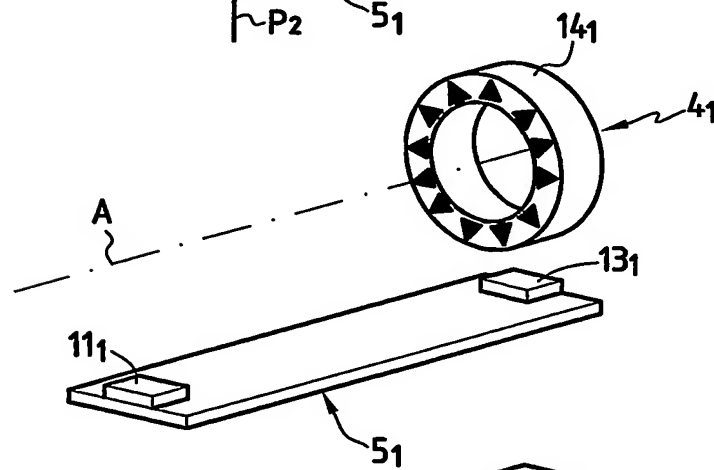
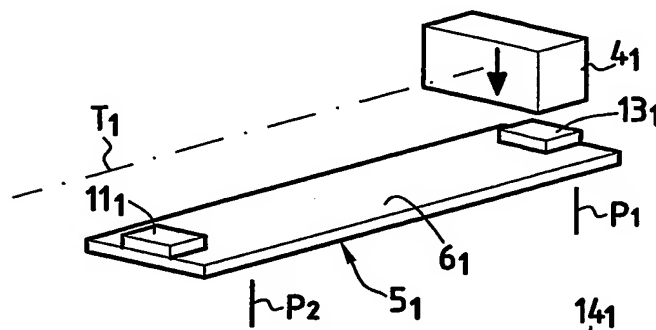
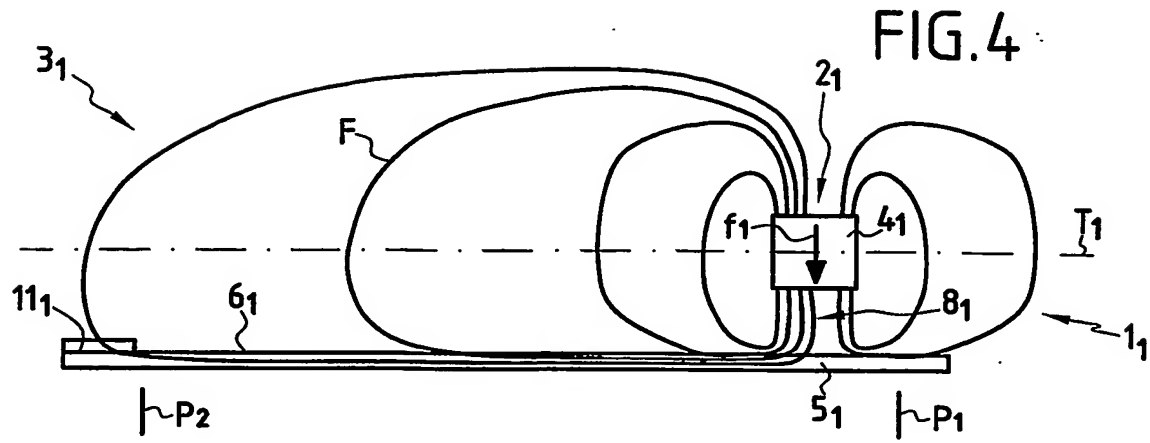
14 - Installation de mesure selon l'une des revendications 11 à 13, caractérisée en ce que le circuit magnétique ouvert (3₁, 3₂) comporte une deuxième pièce polaire (18₁, 18₂) disposée en regard de la première pièce polaire (5₁, 5₂) en délimitant avec cette dernière un entrefer (19₁, 19₂).

15 - Installation de mesure selon la revendication 14, caractérisée en ce que la deuxième pièce polaire (18₁, 18₂) est pourvue des moyens de création du flux magnétique (4₁, 4₂).

16 - Installation de mesure selon la revendication 14, caractérisée en ce que la deuxième pièce polaire (18₁, 18₂) est formée par un élément tubulaire équipé de l'élément annulaire aimanté radialement (14₁, 14₂).

17 - Installation de mesure selon la revendication 13, caractérisée en ce que l'une ou l'autre des pièces polaires (5₁, 18₁ - 5₂, 18₂) possède(nt) un profil plan adapté pour améliorer la linéarité du signal de sortie délivré par les cellules de mesure (11₁, 13₁ - 11₂, 13₂).





3/3

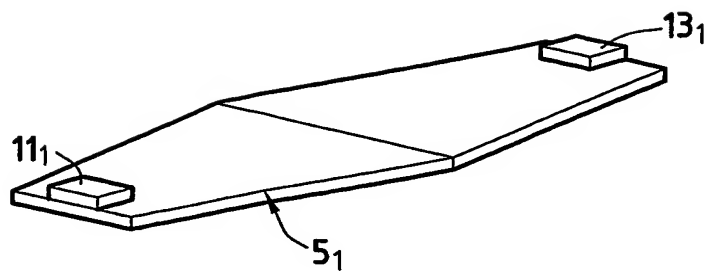


FIG. 8

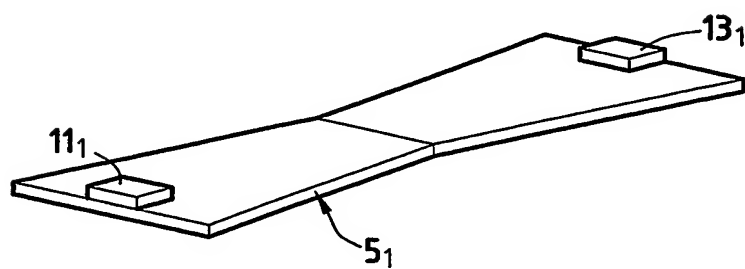


FIG. 9

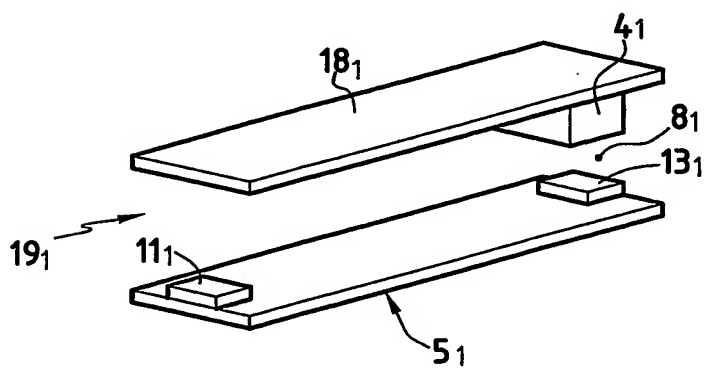


FIG. 10

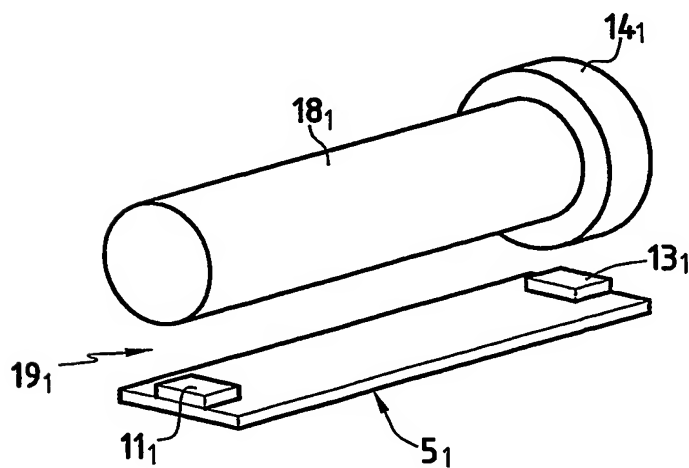


FIG. 11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR2004/002543

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G01D3/02 G01D5/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHEDMinimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 G01D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 810 965 A (KOJIMA YUJI ET AL) 7 March 1989 (1989-03-07) cited in the application figures	1,6,7,17
A	WO 91/05222 A (ENDRESS HAUSER GMBH CO) 18 April 1991 (1991-04-18) abstract page 3, line 18 - line 27	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

G document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 February 2005

Date of mailing of the international search report

21/03/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

de Bakker, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR2004/002543

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 4810965	A	07-03-1989	JP	1839538 C		25-04-1994
			JP	5053202 B		09-08-1993
			JP	62168004 A		24-07-1987
			JP	1798962 C		12-11-1993
			JP	5008962 B		03-02-1993
			JP	62168001 A		24-07-1987
			JP	1791101 C		29-09-1993
			JP	4073721 B		24-11-1992
			JP	62168002 A		24-07-1987
			JP	1825682 C		28-02-1994
			JP	5035961 B		27-05-1993
			JP	62209301 A		14-09-1987
			JP	1828803 C		15-03-1994
			JP	5035962 B		27-05-1993
			JP	62215801 A		22-09-1987
			JP	1810392 C		27-12-1993
			JP	5021512 B		24-03-1993
			JP	62229079 A		07-10-1987
			JP	1729027 C		29-01-1993
			JP	4014735 B		13-03-1992
			JP	62063811 A		20-03-1987
			DE	3668692 D1		08-03-1990
			EP	0215454 A1		25-03-1987
			KR	9004780 B1		05-07-1990
WO 9105222	A	18-04-1991	DE	3932479 A1		11-04-1991
			DE	3940537 A1		13-06-1991
			CA	2042396 A1		11-03-1992
			DE	59004430 D1		10-03-1994
			DK	445267 T3		02-05-1994
			WO	9105222 A1		18-04-1991
			EP	0445267 A1		11-09-1991
			ES	2048503 T3		16-03-1994
			IE	903323 A1		10-04-1991
			JP	2820530 B2		05-11-1998
			JP	4502065 T		09-04-1992
			US	5257210 A		26-10-1993
			CA	2046269 A1		08-06-1991
			DE	59003256 D1		02-12-1993
			DK	457868 T3		27-12-1993
			WO	9109276 A1		27-06-1991
			EP	0457868 A1		27-11-1991
			ES	2045957 T3		16-01-1994
			IE	904150 A1		19-06-1991
			JP	7003340 B		18-01-1995
			JP	4500413 T		23-01-1992
			US	5210501 A		11-05-1993

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

PCT/FR2004/002543

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 G01D3/02 G01D5/14

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
CIB 7 G01D

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 4 810 965 A (KOJIMA YUJI ET AL) 7 mars 1989 (1989-03-07) cité dans la demande figures	1,6,7,17
A	WO 91/05222 A (ENDRESS HAUSER GMBH CO) 18 avril 1991 (1991-04-18) abrégé page 3, ligne 18 - ligne 27	1

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

° Catégories spéciales de documents cités:

- "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- "&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

28 février 2005

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

21/03/2005

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

de Bakker, M

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale No

PCT/FR2004/002543

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4810965	A	07-03-1989	JP 1839538 C 25-04-1994
			JP 5053202 B 09-08-1993
			JP 62168004 A 24-07-1987
			JP 1798962 C 12-11-1993
			JP 5008962 B 03-02-1993
			JP 62168001 A 24-07-1987
			JP 1791101 C 29-09-1993
			JP 4073721 B 24-11-1992
			JP 62168002 A 24-07-1987
			JP 1825682 C 28-02-1994
			JP 5035961 B 27-05-1993
			JP 62209301 A 14-09-1987
			JP 1828803 C 15-03-1994
			JP 5035962 B 27-05-1993
			JP 62215801 A 22-09-1987
			JP 1810392 C 27-12-1993
			JP 5021512 B 24-03-1993
			JP 62229079 A 07-10-1987
			JP 1729027 C 29-01-1993
			JP 4014735 B 13-03-1992
			JP 62063811 A 20-03-1987
			DE 3668692 D1 08-03-1990
			EP 0215454 A1 25-03-1987
			KR 9004780 B1 05-07-1990
WO 9105222	A	18-04-1991	DE 3932479 A1 11-04-1991
			DE 3940537 A1 13-06-1991
			CA 2042396 A1 11-03-1992
			DE 59004430 D1 10-03-1994
			DK 445267 T3 02-05-1994
			WO 9105222 A1 18-04-1991
			EP 0445267 A1 11-09-1991
			ES 2048503 T3 16-03-1994
			IE 903323 A1 10-04-1991
			JP 2820530 B2 05-11-1998
			JP 4502065 T 09-04-1992
			US 5257210 A 26-10-1993
			CA 2046269 A1 08-06-1991
			DE 59003256 D1 02-12-1993
			DK 457868 T3 27-12-1993
			WO 9109276 A1 27-06-1991
			EP 0457868 A1 27-11-1991
			ES 2045957 T3 16-01-1994
			IE 904150 A1 19-06-1991
			JP 7003340 B 18-01-1995
			JP 4500413 T 23-01-1992
			US 5210501 A 11-05-1993